Utilisation de l'ordinateur : qui en profite?

Cindy Zoghi et Sabrina Wulff Pabilonia

Depuis les années 1980, l'inégalité salariale entre les travailleurs scolarisés et ceux qui le sont moins a augmenté considérablement. On a avancé l'hypothèse que l'informatisation du travail permettrait aux travailleurs de délaisser les tâches routinières pour se consacrer à la résolution de problèmes, et que ce « relèvement des compétences » accroîtrait la productivité et entraînerait des hausses salariales (Attewell, 1987). Une étude a permis de constater que les travailleurs qui utilisent un ordinateur au travail gagnent 17,6 % de plus que ceux qui n'en utilisent pas (Krueger, 1993). Cette étude a soulevé un débat : on s'est demandé si ce phénomène découle vraiment de l'utilisation de l'ordinateur ou du fait d'être choisi pour en utiliser un. Si les travailleurs possédant des compétences élevées ou non observées sont bien ceux à qui on a donné un ordinateur pour leur travail, alors les résultats des études transversales pourraient attribuer faussement les hausses salariales à l'utilisation d'un ordinateur — conclusion confirmée par une étude montrant que les travailleurs qui utilisent d'autres outils liés au travail d'un col blanc, par exemple, un stylo et une calculatrice manuelle, touchent un traitement équivalent (DiNardo et Pischke, 1997).

Des chercheurs ont utilisé des données recueillies au moyen d'un panel afin de tenir compte des différences individuelles non observées. La plupart n'ont trouvé que peu d'avantages liés à l'utilisation d'un ordinateur, ce qui semble indiquer que les entreprises mettent les technologies de l'information à la disposition de leurs travailleurs les plus qualifiés, qui gagnent déjà plus que les autres.

Cindy Zoghi et Sabrina Wulff Pabilonia sont au service du U.S. Bureau of Labor Statistics. On peut joindre Cindy Zoghi au (202) 691-5680, Sabrina Wulff Pabilonia au (202) 691-5614, ou l'une ou l'autre à perspective@statcan.ca.

Alors que les tenants de la thèse du relèvement des compétences font valoir que l'informatisation peut conduire à une plus grande productivité et à de meilleurs salaires, les critiques répliquent que l'informatisation peut avoir pour effet d'*abaisser* le niveau des compétences. Autrement dit, une plus grande automatisation réduit le contrôle des travailleurs sur le processus de la production et simplifie les tâches, ce qui conduit à une réduction des salaires. En fait, l'implantation d'une nouvelle technologie peut se traduire par un relèvement des compétences pour certains travailleurs (parce qu'elle complète leurs activités de production) et un abaissement des compétences pour d'autres (parce qu'elle les remplace dans le processus de production), et ce, jusque dans une même entreprise. Une étude de cas portant sur l'implantation d'une imagerie numérique des chèques dans une banque a permis de constater que les commis aux erreurs de traitement des exceptions passaient plus de temps à résoudre des problèmes et moins de temps à s'acquitter de tâches répétitives, tandis qu'un personnel réduit, possédant des compétences analogues, s'acquittait du traitement des dépôts (Autor, Levy et Murnane, 2002). Dans ce cas, les ordinateurs effectuaient certaines tâches de routine et constituaient un complément à la résolution des problèmes. Ces différences peuvent être observables entre groupes professionnels quand les ordinateurs influent sur les exigences professionnelles. Par exemple, les programmes de traitement de texte peuvent constituer un abaissement des compétences du personnel de bureau parce que les documents peuvent être préparés plus rapidement et exigent moins de compétences, mais ils peuvent constituer un relèvement des compétences pour les gestionnaires parce que ces programmes leur permettent de s'acquitter d'une plus grande variété de tâches. Une autre raison des différences imputables à la technologie parmi les travailleurs est que les gestionnaires et les professionnels qui possèdent des habiletés cognitives plus élevées ont un rôle particulièrement important à jouer dans la mise en œuvre de nouvelles technologies (Bresnahan, Brynjolfsson et Hitt, 2002). C'est à eux qu'il revient de

transformer l'entreprise de manière qu'elle tire avantage de la technologie et de la nouvelle information pour mieux comprendre les besoins de ses clients. De même, comme les travailleurs qui ont un niveau de scolarité élevé disposent d'un avantage comparatif grâce à leur adaptation aux nouvelles technologies, l'implantation de celles-ci pourrait se faire au détriment des travailleurs qui sont moins scolarités (Bartel et Lichtenberg, 1987).

Aux fins de la présente étude, on a recours à un panel de travailleurs interviewés dans le contexte de l'Enquête sur le milieu de travail et les employés de 1999 et de 2000 pour réexaminer l'avantage salarial qui découle de l'utilisation d'un ordinateur au travail (voir *Source des données*). On détermine l'avantage pour celui qui s'initie au travail à l'ordinateur par rapport au résultat négatif qui découle pour celui qui cesse d'utiliser un ordinateur. On examine les avantages pour des sous-groupes particuliers de travailleurs selon leur niveau de scolarité, leur profession et l'application informatique utilisée. On mesure également les avantages qui découlent de l'utilisation d'un ordinateur à long terme de même que les effets de l'expérience antérieure et de la formation en informatique pour déterminer si la différence entre les avantages moins importants pour les travailleurs qui commencent à utiliser un ordinateur et les avantages beaucoup plus considérables pour ceux qui continuent à s'en servir peut être attribuée aux coûts de formation.

Écart salarial résultant de l'utilisation d'un ordinateur

Une équation salariale simple a été estimée à l'aide des moindres carrés ordinaires selon diverses caractéristiques personnelles et le fait d'utiliser ou non un ordinateur en tant que variable d'intérêt explicative (voir *Méthodologie*). L'avantage salarial qui résulte de l'utilisation d'un ordinateur est de 16,9 %, ce qui ne tient pas compte des effets de sélection ou des effets différents parmi les sous-groupes de travailleurs (tableau 1).

Tableau 1 L'effet de l'utilisation de l'ordinateur sur le salaire

	Modèle des MCO combiné (simple)	Modèle à effets fixes individuels	Modèle à différence d'ordre 1
Variable dépendante	ln($ horaires)	ln($ horaires)	Δln($ horaires)
Utilisateurs d'un ordinateur	,1565***	,0160**	...
Les deux années (qui continuent)	...	...	,0375***
1999 seulement (qui cessent)	...	...	,0029
2000 seulement (qui commencent)	...	...	,0377***
R^2	0,4285	0,0879	
R^2 ajusté			0,0243

Source : Enquête sur le milieu de travail et les employés, 1999 et 2000
*Statistiquement significatif à * = p<,10; ** = p<,05; *** = p<,01.*
Nota : Le modèle des MCO comprend une constante, le nombre d'années de fréquentation scolaire, l'expérience possible (et au carré), les parents ou grands-parents d'un pays non européen, la langue utilisée au travail par rapport à celle à la maison, le travail à temps partiel, l'état matrimonial, le sexe, le sexe lié à l'état matrimonial, l'appartenance à un syndicat, les indicateurs régionaux, cinq indicateurs professionnels, la durée d'occupation de l'emploi dans l'établissement, un indicateur d'année, le logarithme naturel de la taille de l'établissement, et le pourcentage d'utilisateurs d'un ordinateur dans l'établissement. Les autres modèles incluent les mêmes variables, sauf celles qui sont constantes dans le temps et celle liée à une promotion récente en 2000.

Les caractéristiques non observées des travailleurs, telle la compétence, peuvent également différencier les utilisateurs d'un ordinateur des autres travailleurs. Si ces caractéristiques non observables sont corrélées avec le salaire, l'avantage salarial signalé ci-dessus pourrait être attribué erronément à l'utilisation d'un ordinateur. En effet, de nombreux autres chercheurs ont constaté que l'avantage salarial lié à l'utilisation d'un ordinateur est beaucoup moins important, voire inexistant, après la prise en compte de l'hétérogénéité individuelle non observée[1]. De nombreuses variables démographiques ne varient pas dans le temps et, par conséquent, n'entrent pas dans la composition du modèle à effets fixes. Toutefois, le niveau de scolarité variait pour un bon nombre de travailleurs, en raison, peut-être, d'une erreur de mesure pour l'une ou l'autre des années. De plus, l'état matrimonial, la langue utilisée au travail par rapport à celle à la maison, le travail à temps partiel et l'adhésion à un syndicat peuvent changer. Dans nombre d'établissements, tant le nombre d'employés que le pourcentage d'utilisateurs d'un ordinateur ont changé entre 1999 et 2000. On a également tenu compte des promotions récentes, un facteur qui peut être corrélé aux changements rattachés à l'utilisation d'un ordinateur et au salaire[2].

Corroborant les résultats antérieurs, l'estimation du modèle à effets fixes n'était que de 1,6 % (tableau 1, colonne 2)[3]. La détermination à cet égard découle des 9 % de travailleurs qui ont changé de situation par rapport à l'informatique — 6 % ont commencé à utiliser un ordinateur et 3 % ont cessé d'en utiliser un en 2000[4]. Dans ce modèle, on suppose que la valeur absolue de l'avantage lié à l'utilisation d'un ordinateur est la même pour les travailleurs qui commencent à utiliser un ordinateur et ceux qui cessent d'en utiliser un — mais ce n'est peut-être pas le cas. En outre, le modèle ne fournit pas de données concernant l'avantage lié à l'utilisation d'un ordinateur pour les travailleurs qui ont utilisé un ordinateur en 1999 ainsi qu'en 2000, voire pour de nombreuses années avant 1999 (Dolton et Makepeace, 2004).

Par conséquent, les quatre transitions possibles qu'un travailleur peut effectuer relativement à l'utilisation d'un ordinateur au fil du temps ont été déterminées séparément, et les avantages liés à l'utilisation d'un ordinateur ont pu varier entre ces groupes de personnes et dans le temps. Ces quatre transitions sont : aucune utilisation d'un ordinateur, utilisation d'un ordinateur pendant les deux périodes, cessation de l'utilisation d'un ordinateur en 2000, et initiation à l'ordinateur entre 1999 et 2000.

Dans un modèle à différence d'ordre 1, l'effet de l'utilisation d'un ordinateur sur les salaires pour le travailleur moyen dans la première année d'utilisation a une valeur statistiquement significative de 3,8 % (tableau 1, colonne 3). Le coefficient lié à la cessation de l'utilisation d'un ordinateur n'est pas différent de zéro d'un point de vue statistiquement significatif, peut-être en raison d'une tendance rigide à la baisse des salaires.

Le faible avantage salarial observé n'implique pas nécessairement que les avantages liés à l'utilisation d'un ordinateur sont de si peu d'importance, mais simplement que les avantages pour le travailleur moyen durant la première année d'utilisation d'un ordinateur sont peu importants. L'avantage salarial peut être de faible importance au cours de la première année si les employeurs ont transféré une partie ou la totalité des coûts de formation en informatique aux employés. Toutefois, l'avantage à long terme de l'expérience en informatique pour les travailleurs qui continuent d'utiliser un ordinateur peut être très différent.

Prise en compte des différences entre travailleurs et de l'utilisation de la technologie

Jusqu'ici, on a supposé que le travailleur moyen ne bénéficie pas de l'avantage salarial élevé associé au départ à l'utilisation d'un ordinateur — au moins à

Source des données

L'**Enquête sur le milieu de travail et les employés** a été menée pour la première fois en 1999. Les établissements visés par l'enquête sont suivis annuellement, tandis que les employés le sont pendant seulement deux ans, après quoi on procède à un nouvel échantillon. Pour l'analyse, on a eu recours à un panel d'employés et on a utilisé les renseignements correspondants ayant trait à leur employeur de 1999 et de 2000, ce qui représentait les données disponibles les plus récentes. Le recours à un panel permet de tenir compte des caractéristiques individuelles non observées qui peuvent avoir une incidence sur la propension à utiliser un ordinateur et sur les salaires.

En 1999, plus de 23 500 employés de près de 6 000 établissements ont été interviewés. Les établissements ont d'abord été choisis parmi les employeurs qui avaient des employés rémunérés en mars de l'année d'enquête. Ont été exclus les employeurs des territoires et ceux dans le domaine des cultures agricoles ou de l'élevage d'animaux, les entreprises de pêche, de chasse et de piégeage, les ménages privés, les organismes religieux et les administrations publiques. À chaque établissement, un maximum de 24 employés ont été sélectionnés de façon aléatoire. Dans le cas des établissements comptant moins de quatre employés, tous les employés ont été choisis. En 2000, un peu plus de 20 000 employés ont été réinterviewés.

Pour une partie de l'analyse économétrique principale, on a utilisé un échantillon restreint — les 19 000 employés qui ont répondu à l'enquête au cours des deux années, qui sont restés au service du même employeur pendant ces deux années, et pour lesquels il ne manquait pas de données observables relativement aux variables dépendantes et indépendantes. (Aucune différence significative n'a été apparente entre les caractéristiques des employés provenant de l'échantillon complet et celles de l'échantillon restreint.)

La variable dépendante de l'analyse est le logarithme naturel du salaire horaire. Chez les employés, les répondants ont déclaré des salaires ou traitements avant impôt et autres retenues selon la fréquence qu'ils préféraient (horaire, quotidienne, hebdomadaire, annuelle). On les a également interviewés sur d'autres variables salariales comme les pourboires, les commissions, les primes, les heures supplémentaires, la participation aux bénéfices, les primes au rendement ou le travail à la pièce. La rémunération horaire a été calculée en divisant la rémunération totale par le total des heures déclarées. (Les gestionnaires sont plus susceptibles d'effectuer des heures non déclarées que les autres travailleurs. Ainsi, les salaires horaires pour ce groupe professionnel seraient surestimés.)

Méthodologie

Un modèle économique des salaires qui tient compte des activités de production des entreprises, du niveau de scolarité des employés, du niveau de productivité variable des employés, de la complexité variable des tâches entre les professions, de la baisse des coûts des ordinateurs et des coûts variables de la formation en informatique a pour résultat qu'il existe quatre sources possibles de dispersion salariale liée à l'utilisation d'un ordinateur et à l'initiation à l'informatique (Zoghi et Pabilonia, 2004).

1. Les utilisateurs d'un ordinateur pourraient être plus productifs par rapport aux non-utilisateurs, peu importe l'utilisation qu'ils font de l'ordinateur.
2. Les utilisateurs d'un ordinateur pourraient être le genre d'employés que les entreprises protègent en leur accordant des salaires (ou des avantages) supérieurs à ceux du marché.
3. Une plus grande productivité informatique pourrait entraîner une augmentation des salaires pour les utilisateurs d'un ordinateur.
4. La baisse des coûts de l'informatisation pourrait accroître l'avantage salarial lié à l'utilisation d'un ordinateur.

Seule la troisième source représente le « véritable » avantage salarial lié à l'utilisation d'un ordinateur. Les autres sources indiquent que l'utilisation d'un ordinateur coïncide probablement avec d'autres caractéristiques d'employés que les employeurs valorisent (effets de sélection). Dans la présente étude, on utilise un certain nombre d'approches différentes visant à isoler le véritable avantage salarial lié à l'utilisation d'un ordinateur des effets de sélection.

Moindres carrés ordinaires transversaux (régression simple)
Ce modèle permet d'estimer la différence salariale brute entre les utilisateurs d'un ordinateur et les non-utilisateurs, laquelle comprend les quatre facteurs définis ci-dessus, compte tenu du nombre d'années de fréquentation scolaire, de l'expérience possible, de l'expérience possible au carré, des parents ou des grands-parents d'un pays non européen, de la langue parlée au travail par rapport à celle à la maison, du travail à temps partiel, de l'état matrimonial, du sexe, du sexe lié à l'état matrimonial, de l'appartenance à un syndicat, d'indicateurs régionaux, de cinq indicateurs professionnels, de la durée d'occupation de l'emploi dans l'établissement, d'un indicateur d'année, de la taille de l'établissement, de même que du pourcentage d'utilisateurs d'un ordinateur dans l'établissement.

Prise en compte des qualités non observées
Si les utilisateurs d'un ordinateur possèdent d'autres qualités non observées (par exemple, les capacités ou l'ambition) qui sont corrélées au salaire, alors les estimations transversales de l'avantage salarial lié à l'utilisation d'un ordinateur, comme ci-dessus, sont biaisées par excès. Toutefois, on peut recourir à une manipulation algébrique relativement aux données du panel afin d'éliminer ce biais. Si l'évolution des salaires est estimée en fonction du changement des caractéristiques dans le temps, alors toutes les caractéristiques qui ne changent pas (qu'elles soient observées ou non) « décrochent » du modèle. Il s'agit des modèles que l'on dit « à effets fixes ». Seules les caractéristiques qui peuvent changer au fil du temps sont incluses : niveau de scolarité, expérience possible, état matrimonial, langue utilisée au travail par rapport à celle à la maison, travail à temps partiel, appartenance à un syndicat, avancement professionnel, nombre d'employés et pourcentage d'utilisateurs d'un ordinateur dans l'établissement.

Étant donné que les avantages liés à l'utilisation d'un ordinateur peuvent également varier selon les changements dans les modèles se rapportant à l'utilisation d'un ordinateur, les quatre transitions possibles relativement à l'utilisation d'un ordinateur qu'un travailleur peut connaître dans le temps peuvent être déterminées séparément, et les avantages liés à l'utilisation d'un ordinateur peuvent varier entre les groupes et dans le temps. Ces quatre transitions correspondent aux travailleurs qui n'ont jamais utilisé un ordinateur, ceux qui ont utilisé un ordinateur au cours des deux périodes, ceux qui ont cessé d'utiliser un ordinateur en 2000, et ceux qui ont commencé à utiliser un ordinateur entre 1999 et 2000.

Une autre approche consiste à utiliser les salaires antérieurs de manière à saisir l'effet fixe. Cela permet d'estimer l'avantage lié à l'utilisation d'un ordinateur à long terme, plutôt que de mettre l'accent sur les transitions.

Étant donné que le modèle théorique indique également que l'avantage lié à l'utilisation d'un ordinateur pourrait varier selon le genre de travailleur et d'application, tous les modèles à effets fixes ont été estimés séparément selon le groupe professionnel, le niveau de scolarité et l'application utilisée le plus souvent. On a ajouté les variables de formation en informatique de manière à examiner les interactions entre la formation et l'avantage salarial lié à l'utilisation d'un ordinateur.

court terme —, bien que cet avantage reste positif et soit significatif du point de vue économique. Néanmoins, certains travailleurs peuvent en retirer un avantage salarial supérieur à la moyenne. On a cherché à expliquer ces différences en effectuant une nouvelle estimation du modèle à différence d'ordre 1 pour les travailleurs selon le groupe professionnel, le niveau de scolarité et le genre d'application utilisé le plus souvent.

On a examiné six grands groupes professionnels : gestionnaires, professionnels, personnel technique et travailleurs qualifiés de la production, travailleurs de la commercialisation ou de la vente, personnel de bureau et personnel administratif, travailleurs non spécialisés de la production sans métier ni certificat de compétence. Les groupes d'échantillon ont été limités aux travailleurs qui ont exercé la même profession

durant les deux années (tableau 2). Même après la prise en compte de l'hétérogénéité individuelle, les gestionnaires touchaient un salaire statistiquement significatif de 7,0 % plus élevé durant la première année d'utilisation d'un ordinateur, comparativement à 3,9 % pour le personnel technique et des métiers. Les autres groupes professionnels, toutefois, n'ont profité d'aucun avantage salarial statistiquement significatif lié à l'initiation à l'ordinateur, et seul l'avantage lié à l'utilisation d'un ordinateur par des professionnels s'établissait à un niveau économiquement significatif de 4,4 %. Ces résultats correspondent aux attentes, les cols blancs étant susceptibles de posséder plus de compétences en matière de résolution de problèmes que les autres travailleurs. Si les ordinateurs constituent un complément pour les travailleurs très spécialisés et un substitut pour les travailleurs peu spécialisés, il va de soi que le fait de commencer à utiliser un ordinateur peut avoir une incidence différente sur les salaires de ces groupes. Les estimations de l'incidence sur le salaire pour le travailleur moyen masquent les différences importantes entre les catégories de travailleurs.

Tableau 2 L'effet de commencer à utiliser un ordinateur sur le salaire selon la profession et la scolarité

Profession	
Gestionnaires	,0704*
Professionnels	,0437
Personnel technique ou des métiers	,0389***
Commercialisation ou vente	-,0026
Personnel de bureau ou administratif	,0118
Travailleurs de la production sans métier	,0214
Niveau de scolarité	
Grade supérieur	,1760**
Baccalauréat	,1031***
Études collégiales ou formation professionnelle	,0289**
Diplôme d'études secondaires	,0310
Sans diplôme d'études secondaires	,0146

Source : Enquête sur le milieu de travail et les employés, 1999 et 2000
*Statistiquement significatif à * = p<,10; ** = p<,05; *** = p<,01.*
Nota : L'échantillon ne comprend que les employés qui ont fait partie de l'enquête au cours des deux années et qui sont demeurés au service du même employeur en exerçant la même profession.

Une deuxième façon de tester les effets différentiels de l'informatisation pour des catégories particulières de travailleurs consiste à estimer les modèles séparément selon le niveau de scolarité, en divisant l'échantillon entre ceux qui n'ont pas de diplôme d'études secondaires, ceux qui possèdent un diplôme d'études secondaires, ceux qui ont fait des études collégiales ou qui ont reçu une formation professionnelle, les titulaires d'un baccalauréat, ou encore d'un grade supérieur. Les avantages salariaux sont beaucoup plus élevés pour les travailleurs qui détiennent un grade supérieur (17,6 %) ou un baccalauréat (10,3 %); ils demeurent positifs pour ceux ayant fait des études collégiales ou ayant reçu une formation professionnelle (2,9 %), et ne sont pas statistiquement différents de zéro pour les titulaires d'un diplôme d'études secondaires ou de niveau inférieur.

Une autre source d'hétérogénéité susceptible d'avoir une incidence sur les avantages liés à l'utilisation d'un ordinateur a trait à la différence des tâches exécutées. Si la technologie sert de complément à un travailleur affecté à la résolution de problèmes mais de substitut pour un travailleur affecté à des tâches répétitives, il importe de se pencher sur les aspects plus précis de l'utilisation de la technologie. À cette fin, les données de l'indicateur d'adoption ont été désagrégées en fonction des applications logicielles primaires dont se servait le nouvel utilisateur (14 catégories). De plus, on a examiné deux autres genres de technologie, soit les outils assistés par ordinateur (par exemple, les robots industriels) et les technologies non informatiques (par exemple, les caisses enregistreuses et les numériseurs) [tableau 3].

L'avantage salarial le plus important s'observe chez les travailleurs qui adoptent l'éditique, l'analyse de données et la programmation (20 %, 10,9 % et 8,9 % respectivement), comparativement à ceux qui continuent à ne pas utiliser d'ordinateur. De telles applications tendent à exiger une pensée critique ou des compétences en matière de résolution de problèmes. Toutefois, la variance des coefficients de ce modèle est attribuable aux travailleurs individuels qui commencent à utiliser un ordinateur et un logiciel en particulier. Le nombre de travailleurs de chaque groupe est plutôt restreint, ce qui a pour effet de produire des erreurs types importantes dans la plupart des cas. Les travailleurs qui commencent à utiliser un système de traitement de texte, des bases de données, des outils de communication et des applications bureautiques spécialisées retirent un avantage salarial significatif, mais d'ordre inférieur (7,3 %, 5,1 %, 6,9 % et 3,4 % respectivement). Ainsi, alors que certaines estimations du modèle à différence d'ordre 1 font preuve de perturbations, certains écarts quant à l'avantage salarial semblent demeurer fonction de l'application logicielle primaire que l'on commence

Tableau 3 L'effet d'adopter une application spécifique sur le salaire

	Modèle à différence d'ordre 1
Technologies assistées par ordinateur	-,0072
Autres technologies	-,0034
Principale application utilisée (subordonnée au fait de commencer à utiliser un ordinateur)	
Traitement de texte	,0729***
Chiffriers	,0189
Bases de données	,0511**
Éditique	,1996*
Applications de gestion	,0246
Communications	,0694**
Programmation	,0890
Bureautique spécialisée	,0343*
Analyse de données	,1091
Graphiques	-,0152
Conception assistée par ordinateur	,0289
Ingénierie assistée par ordinateur	,0171
Systèmes experts	,0866
Autre	-,0173

Source : Enquête sur le milieu de travail et les employés, 1999 et 2000
*Statistiquement significatif à * = p<,10; ** = p<,05; *** = p<,01.*
Nota : L'échantillon ne comprend que les employés qui ont fait partie de l'enquête au cours des deux années et qui sont demeurés au service du même employeur.

à utiliser. Il n'apparaît pas que les travailleurs qui utilisent d'autres technologies que l'informatique en retirent un avantage salarial. Les trois différents groupes de travailleurs — selon la profession, le niveau de scolarité et le genre d'application logicielle utilisé — semblent confirmer largement que la technologie peut avoir des répercussions différentes sur les travailleurs.

Résultats à long terme

Une raison qui explique que les modèles habituels à effets fixes et les modèles flexibles à différence d'ordre 1 sont susceptibles de produire des estimations de peu de portée quant à l'avantage lié à l'utilisation d'un ordinateur est que ces modèles mesurent l'évolution salariale durant la première année d'utilisation d'un ordinateur ou l'année où un travailleur cesse d'en utiliser un. Afin d'estimer l'avantage lié à l'utilisation continue d'un ordinateur, on a utilisé le salaire de l'année précédente de manière à saisir les effets fixes individuels. L'avantage moyen lié à l'utilisation d'un ordinateur pour les travailleurs qui se servaient d'un ordinateur durant les deux périodes a été de 8,3 % en 2000 (tableau 4). Cet avantage important et significatif semble indiquer que les travailleurs qui possèdent des compétences en informatique gagnent un salaire plus élevé que ceux qui commencent à utiliser un ordinateur au travail. L'avantage lié à l'initiation à l'informatique (4,2 %), mesuré à l'aide de l'approche par données décalées sur le salaire, n'était que légèrement supérieur à celui déterminé à l'aide du modèle à différence d'ordre 1 (3,8 %), ce qui laisse penser que les données décalées sur le salaire constituent de bonnes approximations des effets fixes individuels — au moins pour ceux qui s'initient à l'informatique.

Tableau 4 L'effet à long terme de l'utilisation de l'ordinateur sur le salaire, selon la technique de la valeur ajoutée

	MCO	
	Qui continuent	Qui commencent
Ensemble des travailleurs	**,0796*** **	**,0410*** **
Profession		
Gestionnaires	,0664***	,0836**
Professionnels	,0243	,0523
Personnel technique ou des métiers	,0862***	,0445***
Commercialisation ou vente	,1043***	,0823
Personnel de bureau ou administratif	,0771***	,0333
Travailleurs de la production sans métier	,0563**	,0580*
Niveau de scolarité		
Grade supérieur	,0601	,1465**
Baccalauréat	,0829***	,1018***
Études collégiales ou formation professionnelle	,0831***	,0360***
Diplôme d'études secondaires	,1008***	,0559***
Sans diplôme d'études secondaires	,0588***	,0175

Source : Enquête sur le milieu de travail et les employés, 1999 et 2000
*Statistiquement significatif à * = p<,10; ** = p<,05; *** = p<,01.*
Nota : Le modèle des MCO (en se servant de l'échantillon de 2000) comprend les données décalées sur le salaire, une constante, le nombre d'années de fréquentation scolaire, l'expérience possible (et au carré), les parents ou grands-parents d'un pays non européen, la langue utilisée au travail par rapport à celle à la maison, le travail à temps partiel, l'état matrimonial, le sexe, le sexe lié à l'état matrimonial, l'appartenance à un syndicat, les indicateurs régionaux, cinq indicateurs professionnels, la durée d'occupation de l'emploi dans l'établissement, le logarithme naturel de la taille de l'établissement, le pourcentage d'utilisateurs d'un ordinateur dans l'établissement, et l'avancement récent. Les autres spécifications excluent les indicateurs professionnels.

Un nouvel examen de l'équation relative aux groupes professionnels et aux niveaux de scolarité montre que la plupart des travailleurs qui continuent à utiliser un ordinateur en retirent un avantage. Même si les travailleurs des domaines de la commercialisation et de la vente de même que les employés de bureau et le personnel administratif n'ont profité d'aucun avantage à s'initier à l'informatique, les travailleurs exerçant ces professions qui ont continué à se servir d'un ordinateur ont bénéficié d'un avantage économique significatif de 10 % et de 8 % respectivement. Parmi les groupes professionnels, les travailleurs qui ont continué à utiliser un ordinateur ont tous bénéficié d'un avantage économique important. Les diplômés de l'enseignement secondaire, l'un des niveaux de scolarité les plus bas, ont affiché l'un des avantages les plus élevés, soit 10,6 %. Le coefficient pour les travailleurs continuant à se servir d'un ordinateur, dans le groupe des titulaires d'un grade supérieur, reste imprécis. Ces résultats laissent entendre que les modèles antérieurs à effets fixes sous-estiment énormément le « véritable » avantage lié à l'utilisation d'un ordinateur et ne représentent effectivement que l'avantage moyen beaucoup moins important lié à l'initiation à l'informatique ou à la cessation de l'utilisation d'un ordinateur.

Il n'est donc pas trop étonnant que dans la majorité des cas, les avantages à long terme soient beaucoup plus importants que ceux à court terme, la plupart des travailleurs ne devenant pas automatiquement plus productifs dès qu'un ordinateur apparaît sur leur bureau. Il leur faut apprendre à utiliser un ordinateur et à l'intégrer à leur travail[5]. Au cours de la première année d'utilisation d'un ordinateur au travail, les coûts d'apprentissage peuvent être élevés pour les travailleurs, surtout ceux qui n'ont pas d'expérience en informatique. Il peut s'agir de frais pécuniaires pour des cours ou une formation en cours d'emploi, ou de coûts de renonciation liés à la perte de productivité pendant l'adaptation de leur travail à l'utilisation d'un ordinateur. Alors que certains coûts d'apprentissage peuvent être acquittés par l'employeur, les travailleurs peuvent s'attendre à ce qu'une partie de ces coûts leur soient implicitement imputés, étant donné que nombre de ces applications ajoutent à leurs compétences transférables générales plutôt qu'à celles qui sont propres à leur employeur.

Les données présentent deux façons d'expliquer pourquoi l'avantage est moins important pour ceux qui commencent à se servir d'un ordinateur que pour les utilisateurs de longue date. La première consiste à comparer l'avantage lié à l'initiation à l'informatique pour les travailleurs qui ont reçu ou n'ont pas reçu une formation en informatique. On a demandé aux travailleurs s'ils ont participé à une formation en classe ou en cours d'emploi sur le matériel d'ordinateur ou les logiciels liée à leurs tâches et payée par leur employeur. On pourrait s'attendre à ce que les 15 % des travailleurs qui ont commencé à utiliser un ordinateur et qui ont reçu une formation (laquelle était implicitement exigée) aient touché un salaire inférieur pendant le temps qu'ils acquittaient leur part des coûts de formation, se soldant par un avantage plus faible en raison de cette formation. La deuxième façon consiste à comparer les avantages liés à l'initiation à l'informatique pour les travailleurs avec ou sans expérience en informatique. Les travailleurs qui possèdent une expérience en informatique sont susceptibles de connaître une productivité plus élevée au cours de leur première année d'utilisation d'un ordinateur que ceux qui n'ont pas d'expérience, et ainsi bénéficier d'un avantage salarial plus important.

Bien que les résultats soient imprécis quant aux composantes d'interaction en raison du petit nombre de nouveaux utilisateurs avec expérience ou ayant reçu une formation[6], les coefficients donnent à penser que les coûts de formation peuvent avoir une incidence sur les avantages que l'on retire à court terme de l'utilisation d'un ordinateur (tableau 5). Un nouvel utilisateur qui ne reçoit pas de formation bénéficie d'un avantage d'environ 4 %, tandis que celui qui reçoit une formation en obtient un de 3 % (modèle I). Un travailleur sans expérience en informatique profite d'un avantage lié à l'initiation à l'ordinateur de 2,9 %, tandis qu'un travailleur avec expérience retire un avantage de 5 % durant l'année où il commence à utiliser un ordinateur (modèle II).

Le modèle théorique permet aux coûts d'apprentissage et à la part de ceux-ci assumée par les travailleurs de varier selon le genre de travailleurs, et ces variations peuvent donc aider à expliquer la différence quant à l'avantage lié à l'initiation à l'informatique. Par exemple, si des travailleurs peu spécialisés exigent plus de formation que les travailleurs hautement spécialisés afin de maîtriser une application informatique en particulier, alors l'avantage lié à l'utilisation de l'informatique pourra prendre plus de temps à se traduire par une augmentation de salaire. Si les estimations séparées pour les différents sous-groupes de professions et de niveaux de scolarité font preuve de perturbations, étant donné que la variance est dérivée d'un changement

Tableau 5 Les effets de la formation et de l'expérience informatique sur l'avantage salarial lié à l'initiation à l'ordinateur

	Modèle I		Modèle II	
Initiation en 2000	Ensemble	Avec formation*	Ensemble	Avec expérience*
Ensemble des travailleurs	**,0395*** **	**-,0101**	**,0289** **	**,0210**
Profession				
Gestionnaires	,0630	,0544	,0451	,0590
Professionnels	,0626	-,0663	,0189	,0673
Personnel technique ou des métiers	,0340**	,0322	,0379	,0026
Commercialisation ou vente	,0459	-,2908**	-,0205	,0332
Personnel de bureau ou administratif	,0305	-,0877	,0048	,0149
Travailleurs de la production sans métier	,0178	,0541	,0048	,0433
Niveau de scolarité				
Grade supérieur	,1901***	-,0796	,1274	,1236
Baccalauréat	,1210***	-,1018	,0834	,0339
Études collégiales ou formation professionnelle	,0314**	-,0136	,0319**	-,0065
Diplôme d'études secondaires	,0245	,0329	,0094	,0534
Sans diplôme d'études secondaires	,0129	,0156	,0152	-,0023

Source : Enquête sur le milieu de travail et les employés, 1999 et 2000
*Statistiquement significatif à * = p<,10; ** = p<,05; *** = p<,01.*
Nota : L'échantillon ne comprend que les employés qui ont fait partie de l'enquête au cours des deux années et qui sont demeurés au service du même employeur en exerçant la même profession.

salarial sur une année, il reste qu'on constate que le partage de ces coûts est notamment élevé pour des groupes particuliers de travailleurs, même si le modèle n'est pas clairement lié au niveau de compétence. Le seul résultat significatif quant à l'interaction au chapitre de la formation s'observe dans les professions ayant trait à la commercialisation et à la vente, qui correspond à l'avantage passablement important chez les travailleurs de ce groupe qui continuent à utiliser un ordinateur (tableau 4). Les autres groupes, comme les professionnels, le personnel de bureau ou administratif, de même que les travailleurs très scolarisés, entraînent des coûts de formation élevés. Bien que ces coûts ne relèvent pas entièrement de l'intuition, le modèle à différence d'ordre 1 ne tient pas compte des traits non observables susceptibles d'avoir pour effet qu'un travailleur ait reçu une formation au cours de la seconde période et qu'un autre n'en ait reçu aucune. Ainsi, bien que l'effet négatif important sur la composante d'interaction pour les travailleurs qui détiennent un baccalauréat ou un grade supérieur soit plutôt étonnant (10,2 % et 8,0 % respectivement), il est probable que nombre de ces diplômés n'exigent pas une formation officielle et que ceux qui en ont besoin se distinguent d'une certaine façon non observable, mais importante. En outre, il est possible que leurs programmes de formation coûtent cher en raison de la complexité des applications qu'ils doivent maîtriser.

L'avantage salarial pour ceux qui ne reçoivent pas de formation officielle est plus important pour plusieurs groupes de travailleurs peu spécialisés (par exemple, les travailleurs œuvrant dans la commercialisation ou la vente, de même que le personnel de bureau ou administratif) que dans les modèles qui ne tiennent pas compte de la formation. Toutefois, si les travailleurs étaient observés quelques années après avoir commencé à utiliser un ordinateur, leurs salaires pourraient être plus élevés que ceux des travailleurs dans des domaines analogues qui n'avaient pas commencé à se servir d'un ordinateur entre 1999 et 2000. En fait, l'effet devrait être plus important que celui mesuré ici, étant donné qu'une bonne partie des coûts d'apprentissage ne sont pas reflétés dans la formation officielle mais bien dans l'expérience acquise en cours d'emploi quant à l'utilisation d'un ordinateur.

Dans la plupart des groupes, on a également constaté un avantage plus important pour les nouveaux utilisateurs avec expérience, ce qui a été démontré par l'avantage positif dans le facteur d'interaction, même si les estimations ne sont pas précises. Les travailleurs qui ont fait des études collégiales ou reçu une formation professionnelle ou qui ne détiennent pas de diplôme d'études secondaires et ceux des professions techniques et des métiers font exception, ce qui pourrait indiquer que les applications qu'ils utilisent ont tendance à être propres à l'entreprise et que les compétences générales acquises antérieurement en informatique ne sont pas d'emblée transférables.

Conclusion

Une régression simple par groupe salarial indique que les travailleurs qui utilisaient un ordinateur gagnaient 16,9 % de plus en 2000 que ceux qui n'en utilisaient pas. Après la prise en compte de l'hétérogénéité des caractéristiques non observées chez les travailleurs à

l'aide d'un modèle à caractéristiques variables, la croissance salariale pour la première année d'utilisation d'un ordinateur était statistiquement significative à 3,8 %. Ce modèle permet une détermination distincte entre l'avantage lié à l'initiation à l'informatique et la perte salariale associée à la cessation de l'utilisation d'un ordinateur, laquelle n'est pas statistiquement différente de zéro.

L'estimation de ce panel, toutefois, masque les différences importantes entre les genres de travailleurs et les avantages liés à l'utilisation de différentes applications informatiques. Alors que les travailleurs techniques, les professionnels et les gestionnaires touchent un salaire plus élevé au cours de la première année d'utilisation d'un ordinateur, les autres groupes professionnels, dont les compétences peuvent être remplacées par des technologies informatiques, n'obtiennent aucun avantage statistiquement significatif. De même, les travailleurs qui ont un baccalauréat ou un grade supérieur gagnent de 10 % à 17 % plus lorsqu'ils commencent à utiliser un ordinateur, tandis que ceux qui ont fait des études collégiales ou reçu une formation professionnelle profitent d'un avantage d'environ 3 % et que ceux qui possèdent un diplôme d'études secondaires ou de niveau inférieur n'en retirent aucun avantage. Les avantages liés à l'utilisation de diverses applications logicielles varient de façon marquée, laissant percevoir un avantage quant aux tâches informatisables qui permettent une meilleure utilisation des aptitudes créatives ou cognitives. Les travailleurs qui utilisent d'autres machines ou une technologie commandée par ordinateur ne retirent pas d'avantage. Les ordinateurs semblent être un complément pour les travailleurs hautement spécialisés qui s'acquittent de tâches ayant trait à la résolution de problèmes et un substitut pour les travailleurs peu spécialisés qui accomplissent des tâches répétitives.

Certains travailleurs retirent un avantage limité mais significatif au cours de la première année d'utilisation d'un ordinateur. Le recours aux données décalées sur le salaire en guise de solution de rechange pour tenir compte des effets fixes individuels, qui fournit une estimation des avantages liés à l'utilisation d'un ordinateur pour ceux qui en ont utilisé un durant les deux années, montre que le travailleur moyen qui s'est servi d'un ordinateur en 1999 et en 2000 a bénéficié d'un avantage salarial de 8,3 %, soit plus du double de l'avantage retiré par le nouvel utilisateur moyen. De plus, les travailleurs qui ont continué à utiliser un ordinateur dans la plupart des groupes spécialisés ont profité d'un avantage lié à l'utilisation d'un ordinateur de plus de 5 % en 2000.

Le fait que les travailleurs qui continuent à utiliser un ordinateur gagnent plus que les nouveaux utilisateurs peut représenter une plus grande productivité. L'effet salarial négatif lié à la formation en vue de se servir d'un nouvel ordinateur semble indiquer que soit les travailleurs paient pour cette formation en accusant un ralentissement de leur croissance salariale, soit que les travailleurs qui reçoivent une formation se distinguent de ceux qui n'en reçoivent pas. Après la prise en compte de la formation informatique, les salaires de nombreux groupes peu spécialisés dont les avantages étaient faibles ou nuls selon les modèles antérieurs ont augmenté. De plus, les nouveaux utilisateurs ayant déjà de l'expérience en informatique ont retiré un avantage salarial plus important au cours de la première année que ceux qui n'avaient pas d'expérience.

Perspective

Notes

1 Voir, par exemple, Bell (1996); Entorf, Gollac et Kramarz (1999) et Entorf et Kramarz (1997).

2 Le coefficient de corrélation simple entre l'initiation à l'ordinateur et un avancement récent est de 0,0317, tandis que la corrélation entre la cessation de l'utilisation d'un ordinateur et l'avancement est de -0,0054.

3 On a également tenté de définir les caractéristiques d'un modèle à effets aléatoires et d'un modèle à effets fixes se rapportant à l'établissement. Selon les résultats du test d'Hausman, l'hypothèse nulle selon laquelle les effets individuels ne sont pas corrélés avec les autres variables explicatives du modèle pourrait être rejetée. La variable de contrôle de l'avantage lié à l'utilisation d'un ordinateur dans le contexte de l'hétérogénéité des établissements, et non des travailleurs, était de 7,7 %.

4 On pourrait s'inquiéter du fait qu'un nombre important de personnes ont cessé d'utiliser un ordinateur. Dolton et Makepeace (2004) proposent deux raisons possibles à cette évolution. L'une est que ces travailleurs passent à un échelon supérieur. Toutefois, au Canada, le coefficient de corrélation simple entre le fait de cesser d'utiliser un ordinateur et l'avancement est de -0,0054, et cette spécification de même que celles qui suivent tenaient compte de l'avancement. L'autre raison est que

les travailleurs qui cessent d'utiliser un ordinateur ne sont pas très compétents en informatique. Une régression à effets fixes s'appliquant seulement à des non-utilisateurs d'ordinateur en 1999 a permis d'établir un avantage de 3,9 %.

5 Bresnahan (1999) a mesuré l'importance de la réorganisation du milieu de travail quant à l'utilisation efficace de l'ordinateur.

6 Seulement 1,2 % de l'échantillon avait commencé à utiliser un ordinateur et reçu une forme quelconque de formation.

Documents consultés

ATTEWELL, Paul. « The deskilling controversy », *Work and Occupations*, 1987, vol. 14, n° 3, p. 323 à 346.

AUTOR, David H., Frank LEVY et Richard J. MURNANE. « Upstairs, downstairs: Computer-skill complementarity and computer-labor substitution on two floors of a large bank », *Industrial and Labor Relations Review*, avril 2002, vol. 55, n° 3, p. 432 à 447.

BARTEL, Ann P., et Frank R. LICHTENBERG. « The comparative advantage of educated workers in implementing new technology », *The Review of Economics and Statistics*, février 1987, vol. 69, n° 1, p. 1 à 11.

BELL, Brian D. « Skill-biased technical change and wages: Evidence from a longitudinal data set », Nuffield College, University of Oxford, 1996, « Economics Papers », n° W25.

BRESNAHAN, Timothy F. « Computerisation and wage dispersion: an analytical reinterpretation », *The Economic Journal*, juin 1999, vol. 109, n° 456, p. F390 à F415.

BRESNAHAN, Timothy F., Erik BRYNJOLFSSON et Lorin M. HITT. « Information technology, workplace organization, and the demand for skilled labor: Firm-level evidence », *Quarterly Journal of Economics*, février 2002, vol. 117, n° 1, p. 339 à 376.

DINARDO, John E., et Jorn-Steffen PISCHKE. « The returns to computer use revisited: Have pencils changed the wage structure too? », *Quarterly Journal of Economics*, février 1997, vol. 112, n° 1, p. 291 à 304.

DOLTON, Peter, et Gerry MAKEPEACE. « Computer use and earnings in Britain », *The Economic Journal*, mars 2004, vol. 114, n° 494, p. C117 à C129.

ENTORF, Horst, Michel GOLLAC et Francis KRAMARZ. « New technologies, wages, and worker selection », *Journal of Labor Economics*, juillet 1999, vol. 17, n° 3, p. 464 à 491.

ENTORF, Horst, et Francis KRAMARZ. « Does unmeasured ability explain the higher wages of new technology workers? », *European Economic Review*, août 1997, vol. 41, n° 8, p. 1489 à 1509.

KRUEGER, Alan B. « How computers have changed the wage structure: Evidence from microdata, 1984-1989 », *Quarterly Journal of Economics*, février 1993, vol. 108, n° 1, p. 33 à 60.

ZOGHI, Cindy, et Sabrina WULFF PABILONIA. *Which workers gain from computer use?*, Washington, U.S. Department of Labor, Bureau of Labor Statistics, 2004, document de travail du BLS n° 373.